

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Docket No. 197261US2/vdm

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Shusuke KAYA, et al.

GAU: 2881

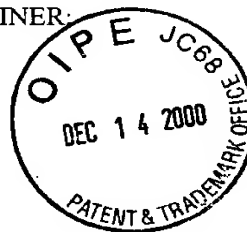
SERIAL NO: 09/662,704

EXAMINER:

FILED: September 15, 2000

FOR: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

REQUEST FOR PRIORITY



ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number [US App No], filed [US App Dt], is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	MONTH/DAY/YEAR
JAPAN	11-261639	September 16, 1999

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
(B) Application Serial No.(s)
 - ☐ are submitted herewith
 - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

RECEIVED
DEC 18 2000
TC 2800 MAIL ROOM

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Joseph A. Scafetta Jr.

Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803



22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 10/98)

09/662, 704
FPI E658US

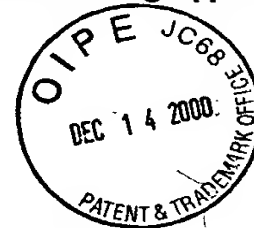
日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 9月16日



出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第261639号

出 願 人
Applicant (s):

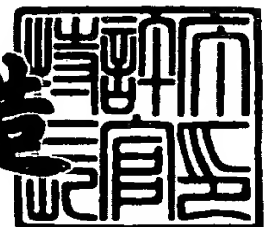
古河電気工業株式会社

RECEIVED
DEC 18 2000
JTC 2800 MAIL ROOM

2000年 9月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3074161

【書類名】 特許願

【整理番号】 981085

【提出日】 平成11年 9月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/083

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 賀屋 秀介

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 二ノ宮 隆夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 大久保 典雄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

【氏名】 内山 誠治

【特許出願人】

【識別番号】 000005290

【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090022

【弁理士】

【氏名又は名称】 長門 侃二

【電話番号】 03-3459-7521

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007537

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 共振器の一方の端面を被覆する低反射膜が、 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{m}$ 以上の抵抗率を有する Al_2O_3 膜であることを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項 2】 前記 Al_2O_3 膜が、電子サイクロトロン共鳴プラズマスパッタ法で成膜されている請求項 1 の半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザ素子に関し、更に詳しくは、長時間の駆動時にあっても光出力の低下が起こりずらく、駆動信頼性が高い半導体レーザ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

通常、半導体レーザ素子の製造に際しては、まず、所定の半導体基板の上に所定の半導体材料の薄層を積層して活性層を含む層構造を形成し、また、その上面と下面にそれぞれ駆動電極を形成したのちその層構造を所定の共振器長で劈開する。

【0003】

ついで、形成された共振器の劈開面のうち、一部の面は高反射膜で、他方の面は低反射膜で被覆され、反射率制御と同時に劈開面に対する保護処理が施される。

その場合、一般に、低反射膜は AlO_x や SiO_x のような低屈折率の酸化物材料の単層で形成され、また高反射膜は、上記した低反射膜と Si のような高屈折率の材料から成る膜を交互に積層した複合層で形成され、またそのときの成膜法としては一般にスパッタ法が適用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記したような構造の半導体レーザ素子を一定電流で駆動している

と、時間の経過とともに光出力が低減していき、最後にはレーザ発振を起こさなくなることがある。このような現象は多種の要因に基づくものであるが、その要因の1つに端面劣化という問題がある。

【0005】

この端面劣化は、レーザ素子の駆動中に共振器の両端面が酸化して非発光再結合中心が増加することによって引き起こされる現象であることが知られている。このような現象が起こるということは、光通信用光源としての半導体レーザ素子の駆動信頼性を損なうことであり、その解決が強く望まれている。

とくに、活性層の近傍を構成する半導体材料が含Al化合物半導体材料であり、しかもその劈開面に Al_2O_3 膜が低反射膜（保護膜）として形成されている半導体レーザ素子の場合、 Al_2O_3 膜が保護膜として形成されているにもかかわらず、端面劣化は顕著に発現するという問題がある。

【0006】

本発明は、半導体レーザ素子における上記した問題を解決し、長時間の駆動時においても端面劣化を起こしずらく、したがって光出力の低減も起こりずらいので、光源としての実使用時に高い信頼性を備えている半導体レーザ素子の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記した目的を達成するための研究過程で、劈開面に Al_2O_3 膜を保護膜（低反射膜）と形成した場合であっても、活性層近傍が含Al半導体材料で形成されていると、端面劣化が顕著に発生する現象に関して、次のような考察を加えた。

【0008】

(1) まず、一般的な成膜法として採用されているスパッタ法で成膜した Al_2O_3 膜の場合、その組成は必ずしも化学量論比になっているとは限らず、O成分が化学量論比的に過剰になっている場合がある。

(2) そのような場合、レーザ素子の駆動時における発熱などにより、 Al_2O_3 膜の過剰なO成分が遊離して劈開面側への拡散挙動を起こし、そして共振器

端面（劈開面）を構成する含 Al 化合物半導体材料の Al 成分を酸化することになり、その結果、共振器の端面劣化が生起するものと考えられる。

【0009】

(3) したがって、共振器端面に成膜する Al_2O_3 膜としては、Al 成分と O 成分とが可能な限り化学量論比に近似した組成になっているものを用いれば、O 成分の拡散とそれに基づく含 Al 化合物半導体材料の酸化を抑制することができ、もって共振器の端面劣化の発生を抑制することができるものと考えられる。

本発明者らは上記した考察に基づき、 Al_2O_3 膜の成膜に関して種々検討を加えたところ、後述する電子サイクロトロン共鳴プラズマスパッタ (Electron Cyclotron Resonance Sputter: 以下、ECR という) 法で共振器の端面に Al_2O_3 膜を成膜すると、その Al_2O_3 膜は化学量論比組成の膜であり、その抵抗率は著しく高い値を示し、そしてこの Al_2O_3 膜を成膜したレーザ素子の端面劣化は大幅に抑制され、長時間の駆動下でも光出力は低減せず、高い駆動信頼性を備えた半導体レーザ素子を得ることができるとの知見を得、本発明の半導体レーザ素子を開発するに至った。

【0010】

すなわち、本発明の半導体レーザ素子は、共振器の一方の端面を被覆する低反射膜が、 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$ 以上の抵抗率を有する Al_2O_3 膜であることを特徴とする。

そして前記 Al_2O_3 膜は、電子サイクロトロン共鳴プラズマスパッタ法で成膜されている半導体レーザ素子が提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の半導体レーザ素子は、その共振器の両端面のうち一方に形成される低反射膜が抵抗率 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$ 以上の Al_2O_3 膜になっている。そして、この Al_2O_3 膜は ECR 法で成膜される。

この Al_2O_3 膜は次のようにして成膜される。そのときに用いる ECR スパッタ装置の概略を図 1 に示す。

【0012】

この装置は、水冷機構（図示しない）を備えたプラズマ室 1 a とそれに連通する試料室 1 b を有し、プラズマ室 1 a の外周には磁気コイル 2 が配設されている。そして、プラズマ室 1 a の上部にはマイクロ波導入用の導波管 B が配置され、また Ar や O_2 などのガス源を導入するための導入管 4 が取り付けられている。そして、プラズマ室 1 a と試料室 1 b の境界にはリング形状をした A 1 などから成るターゲット 5 が配設され、これはスパッタ電源 6 に接続されている。

【0013】

成膜は次のようにして行われる。

まず、試料室 1 b に試料 7 が配置され、排気口から排気して試料室 1 b とプラズマ室 1 a の中を高真空にし、その状態で、導波管 3 から所定周波数のマイクロ波を導入し、同時に磁気コイル 2 とスパッタ電源 6 を作動し、導入管 4 から O_2 を導入する。

【0014】

プラズマ室 1 a 内では ECR 放電が起こり、高密度の酸素プラズマが発生し、このプラズマ流は試料室 1 b の方へ流れていく。

そして、上記プラズマ流の外側の部分は、A 1 ターゲット 5 に衝突してスパッタリングを起こす。その結果、酸素プラズマとそれでスパッタされたターゲット (A 1) の反応生成物 (A_1O_3) が試料 7 の表面に堆積する。

【0015】

このようにして成膜された A_1O_3 膜は A 1 成分と O 成分の化学量論比組成になっているのでレーザ素子の駆動時に O 成分の拡散は起こらず共振器端面を酸化することがない。また、高抵抗率であるため放熱性も優れており、レーザ素子の駆動時における発熱を有効に放散するので、共振器端面の温度上昇が抑制されることになり、そのことによっても共振器端面の酸化が抑制される。とくに抵抗率が $1 \times 10^{13} \Omega \cdot m$ 以上の場合には、端面劣化がほとんど起こらなくなるので好適である。

【0016】

なお、前記した抵抗率 ($\Omega \cdot m$) とは次のようにして計算された値のことをいう。

すなわち、上記装置を用いて Si 基板の上にある厚み (t) の Al_2O_3 膜を成膜し、その上に、通常のリフトオフ法によりある面積 (S) の電極を形成したのち、半導体パラメータアナライザなどにより室温下で I-V 特性を測定してブレークダウン手前のときの電流値 (I) と電圧値 (V) を測定し、次式： $V \cdot S / (I \cdot t)$ に基づいて算出した値である。

【0017】

【実施例】

活性層が InGaAs の量子井戸構造から成り、その近傍が AlGaAs クラッド層から成り、共振器長が $800 \mu m$ である $980 nm$ 帯域で発振する半導体レーザー素子を設計した。

そして、この共振器の一方の端面に ECR 法で厚み $190 nm$ の Al_2O_3 膜を低反射膜として成膜し、他方の端面に、 Al_2O_3/Si の複合膜を高反射膜として成膜した。

【0018】

得られたレーザー素子 6 個を $350 mA$ の一定電流で 96 時間駆動し、そのときの光出力の変化を調べた。

比較のために、通常のスパッタ法で Al_2O_3 から成る低反射膜を成膜したことを除いては実施例と同じレーザー素子 6 個を製造し、これに対しても同様の条件で光出力の変化を調べた。

【0019】

以上の結果を図 1 に示した。

図 1 から明らかなように、本発明のレーザー素子の場合は、 96 時間の駆動後であっても光出力の低減はほとんど起こっていない。これに反し、従来のレーザー素子は約 20 時間の経過後にレーザー発振が停止してしまっている。

なお、本発明のレーザー素子における Al_2O_3 膜の抵抗率を前記した方法で測定したところ、 $1 \times 10^{13} \Omega \cdot m$ であった。一方、従来のレーザー素子の場合は $1 \times 10^{11} \Omega \cdot m$ であった。

【0020】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明の半導体レーザ素子は、長時間の駆動時においても光出力の低下がほとんど起こらない。これは、共振器の端面の低反射膜として E C R 法で成膜した抵抗率 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$ 以上の Al_2O_3 膜を採用したことにより、端面劣化が有効に防止されているからである。なお、980nm で発振する実施例のレーザ素子などの大出力レーザ素子の場合には、Al の酸化は他の素子の場合よりも促進される傾向があるため、本発明を適用するとより顕著な効果を得ることができるので好適である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の半導体レーザ素子の低反射膜成膜時に使用する E C R スパッタ装置を示す概略図である。

【図 2】

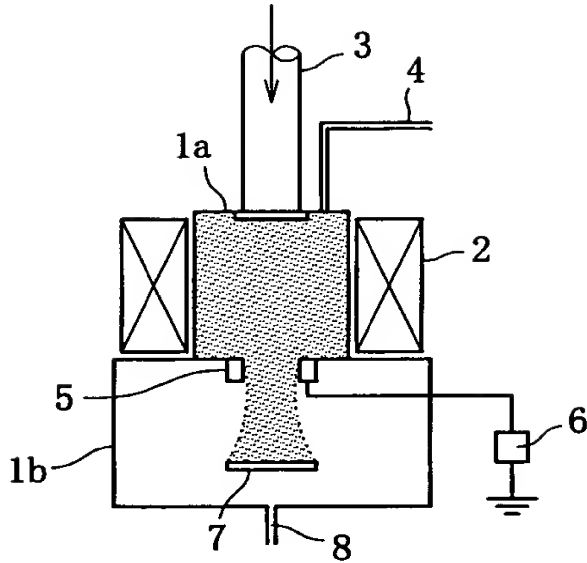
レーザ素子の駆動経過時間と光出力との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

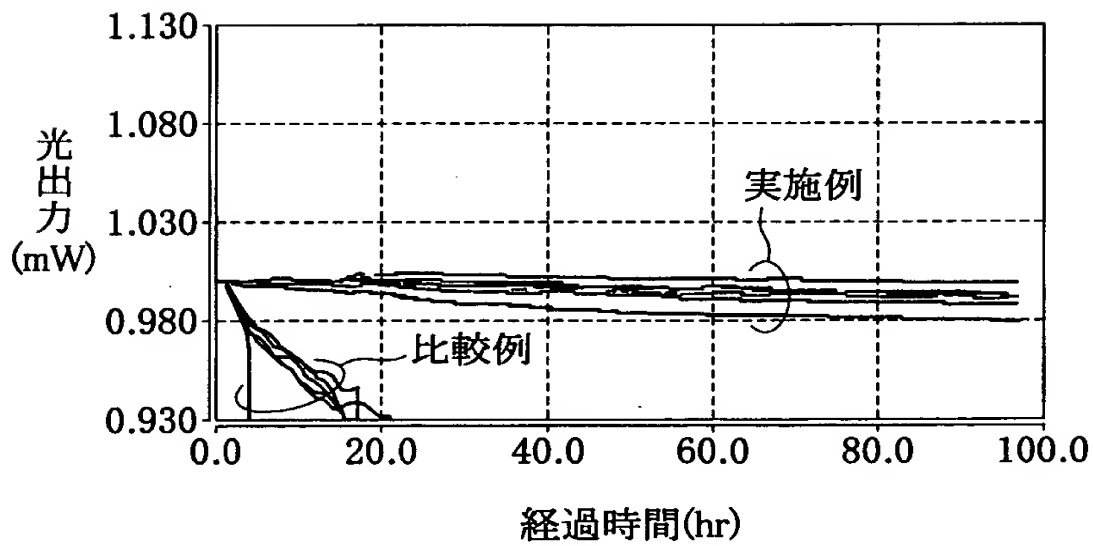
- 1 a プラズマ室
- 1 b 試料室
- 2 磁気コイル
- 3 マイクロ波の導波管
- 4 ガス源の導入管
- 5 ターゲット
- 6 スパッタ電源
- 7 試料
- 8 排気口

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 端面劣化が起こりにくく、駆動信頼性が高い半導体レーザ素子を提供する。

【解決手段】 この半導体レーザ素子は、共振器の一方の端面を被覆する低反射膜が、 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{13} \Omega \cdot m$ 以上の抵抗率を有する Al_2O_3 膜であり、この Al_2O_3 膜は、電子サイクロトロン共鳴プラズマスパッタ法で成膜されていて、一定電流による駆動時に光出力の低下が小さい。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
氏 名 古河電気工業株式会社